

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR IKAN TUNA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCHOY DENGAN WICK SYSTEM HYDROPONICS

Mahrus Ali[♥], Fauziatun Nisak, Yeni Ika Pratiwi

Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Surabaya

[♥]Email korespondensi: sengkomahrus@gmail.com

Abstract. Fish waste in Indonesia has not been fully utilized. Lack of public knowledge about the use of fish waste and the absence of technology application in fish waste management is an obstacle in utilizing fish waste. This study aims to determine the effect of giving various concentrations of tuna waste organic fertilizer on the growth and yield of pakchoy plants. The research was conducted at the Experimental Garden, Faculty of Agriculture, Merdeka University, Surabaya. This research method used a randomized block design (RBD) with a pattern using 1 factor, namely the concentration of Tuna Fish Waste Liquid Organic Fertilizer (P) consisting of 5 treatment levels, among others: P0 = 0 ml POC per liter of water; P1 = 5 ml POC per liter of water; P2 = 10 ml POC per liter of water; P3 = 15 ml POC per liter of water; P4 = 20 ml POC per liter of water and P5 = 25 ml POC per liter of water. This experiment was repeated 3 times with each treatment containing 5 sample plants, so that 75 treatments were obtained. The observed parameters were: plant length (cm), Number of leaves, root length, plant fresh weight (grams). Based on the research results, it can be concluded as follows: 1). There is a significant effect of the POC concentration of tuna waste on the growth of pakchoi plants in the variables studied, including: number of leaves, plant length, root length, wet weight per plant during the growth of pakchoi plants. 2) The highest value was achieved by the P5 treatment, namely a concentration of 25 ml of tuna waste POC per liter of water for all observation parameters; However, statistically the optimal value was achieved by the P4 treatment (20 ml POC Tuna Fish Liquid Waste per liter of water) because it was not significantly different from the P5 treatment on all the variables studied, such as number of leaves, root length, wet weight per plant because it was considered more effective and efficient.

Keywords: tuna fish liquid waste liquid organic fertilizer, pakchoi, Wick System Hydroponic.

Abstrak. Limbah ikan di Indonesia belum dimanfaatkan secara maksimal. Kurangnya pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan limbah ikan dan belum adanya penerapan teknologi dalam pengelolaan limbah ikan menjadi kendala dalam pemanfaatan limbah ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian berbagai konsentrasi pupuk organik limbah ikan tuna terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoy. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Surabaya. Metode Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola menggunakan 1 faktor yaitu Konsentrasi Pupuk Organik Cair Limbah Ikan Tuna (P) terdiri dari 5 level perlakuan, antara lain: P0 = 0 ml POC per liter air; P1 = 5 ml POC per liter air; P2 = 10 ml POC per liter air; P3 = 15 ml POC per liter air; P4 = 20 ml POC per liter air dan P5 = 25 ml POC per liter air. Percobaan ini diulang 3 kali dengan tiap-tiap perlakuan terdapat 5 tanaman sampel, sehingga diperoleh 75 perlakuan. Adapun parameter yang diamati antara lain : Panjang tanaman (cm), Jumlah daun, Panjang akar, Berat segar tanaman (gram). Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : 1). Terdapat pengaruh signifikan dari konsentrasi POC limbah ikan tuna terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman pakchoi pada variabel yang diteliti, meliputi : jumlah daun, panjang tanaman, panjang akar, berat basah per tanaman pada masa pertumbuhan tanaman pakchoi. 2). Nilai tertinggi dicapai oleh perlakuan P5 yaitu konsentrasi sebesar 25 ml POC limbah ikan tuna per liter air pada semua parameter pengamatan; namun secara statistik nilai optimal dicapai oleh perlakuan P4 (20 ml POC limbah ikan tuna per liter air) karena berbeda tidak nyata dengan perlakuan P5 pada semua variabel yang diteliti, seperti jumlah daun, panjang akar, berat basah per tanaman karena dianggap lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: POC limbah cair ikan tuna, tanaman pakchoi, Hidroponik Wick System.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri perikanan saat ini makin pesat, karena didukung oleh besarnya potensi sumberdaya perikanan di Indonesia (Hastarini et al., 2012). Industri pengolahan maupun pemanfaatan ikan oleh rumah tangga, banyak membuang bagian ikan seperti kepala, ekor, sirip, tulang dan jeroan yang pada

akhirnya menyebabkan limbah (Indriani et al., 2013).

Limbah ikan di Indonesia belum dimanfaatkan secara maksimal (Hapsari & Welasi, 2013). Kurangnya pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan limbah ikan dan belum adanya penerapan teknologi dalam pengelolaan limbah ikan menjadi kendala

dalam pemanfaatan limbah ikan (Karo et al., 2018). Penelitian mengenai pupuk organik cair dari limbah ikan memang sudah pernah dilakukan dengan komposisi yang berbeda-beda, dalam penelitian (Zahroh et al., 2018) tentang perbandingan variasi konsentrasi pupuk organik cair dari limbah ikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah menunjukkan bahwa memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan jumlah daun dan tinggi batang tanaman cabai merah dan memberikan pengaruh tidak signifikan terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.)

Pakchoy merupakan jenis sayuran yang berasal dari Tiongkok dan sangat populer digunakan untuk bahan sup atau penghias makanan. Karena rasanya yang enak dan mudah dalam pemeliharaan, pakchoy menyebar ke negara lain termasuk Indonesia. Pakchoy mengandung vitamin dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, B dan C. Pakchoy juga mengandung kalori, protein dan lemak, karbohidrat dan serat. Karena banyak manfaat yang didapat maka membuat Pakchoy sangat digemari oleh masyarakat, terutama bagi penggemar sayur (Husnaeni & Setiawati, 2018).

Areal penanaman yang semakin sempit dan keterbatasan lahan pekarangan membuat masyarakat enggan untuk melakukan penanaman terhadap tanaman hortikultura, terutama sayur dan buah. Dan akibat kesibukan masyarakat akan rutinitas kerja membuat semakin berkurangnya keinginan untuk melakukan kegiatan bercocok tanam (Hadi Suwito, 2012). Menurut (Sutanto, 2015) metode hidroponik ini menawarkan solusi bertanam di lahan terbatas, tanaman yang dihasilkan terbebas dari kesan kotor. Dalam perkembangannya banyak sistem atau metode hidroponik yang dapat digunakan.

Wick hydroponic system atau sistem sumbu merupakan metode hidroponik paling sederhana karena hanya memanfaatkan prinsip kapilaris air (Pratiwi et al., 2017). Larutan nutrisi dialirkan dari bak

penampungan menuju perakaran tanaman yang berada di atas dengan perantara sumbu, mirip dengan cara kerja kompor minyak (Fitriani, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian berbagai konsentrasi pupuk organik limbah ikan tuna terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoy.

METODE

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dimana perlakuannya menggunakan satu (1) faktor yaitu Konsentrasi Pupuk Organik Cair Limbah Ikan Tuna (P) terdiri dari 5 level perlakuan dan diulang 3 kali dengan tiap-tiap perlakuan terdapat 5 tanaman sampel, sehingga diperoleh 75 perlakuan. Adapun perlakuan tersebut, antara lain: P0 = 0 ml POC per liter air; P1 = 5 ml POC per liter air; P2 = 10 ml POC per liter air; P3 = 15 ml POC per liter air; P4 = 20 ml POC per liter air; P5 = 25 ml POC per liter air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Daun

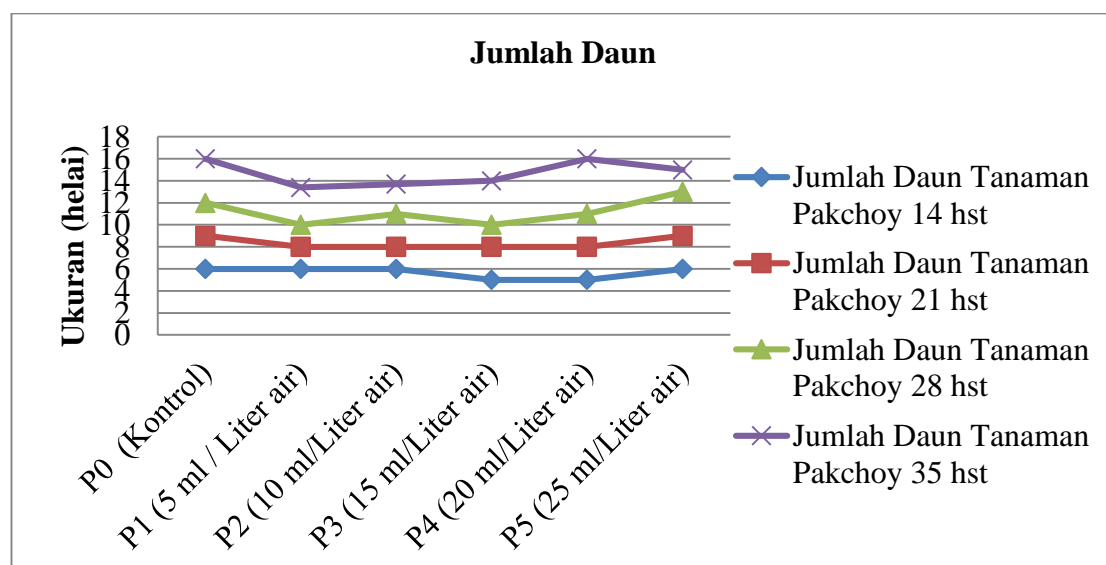
Dari data hasil pengamatan yang dilakukan dalam penelitian, jumlah daun dihitung mulai dari 14 hari setelah tanam, 21 hst, 28 hst dan umur tanaman 35 hari setelah tanam. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) dari limbah ikan tuna masing-masing memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel jumlah daun tanaman pakchoi (Puspawati et al., 2016). Adapun rata-rata hasil pengamatannya pada tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan P5 memberikan nilai lebih baik sebesar 16 helai dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun secara statistik berbeda tidak nyata dengan perlakuan kontrol dan P4; Selanjutnya grafik yang menunjukkan pola hasil pengamatan variabel jumlah daun pada tanaman pakchoi disajikan dibawah ini.

Tabel 1. Rata-rata jumlah daun pada pertumbuhan tanaman pakchoi pada berbagai umur pengamatan (hari setelah tanam).

Perlakuan	Jumlah Daun Tanaman Pakchoy			
	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
P0 (Kontrol)	6	9	12	16 c
P1 (5 ml / Liter air)	6	8	10	13,4 a
P2 (10 ml/Liter air)	6	8	11	13,7 a
P3 (15 ml/Liter air)	5	8	10	14 b
P4 (20 ml/Liter air)	5	8	11	15 b
P5 (25 ml/Liter air)	6	9	13	16 c

Keterangan: Angka-angka yang didamping huruf yang sama, pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNF 5%).



Grafik 1. Pola nilai jumlah daun pada pertumbuhan tanaman pakchoi pada berbagai umur pengamatan.

Dari hasil Interpretasi terdapat beda nyata jumlah daun antar perlakuan yang kisarannya antara 13.3 sampai 16.67. perlakuan 1 memiliki jumlah daun paling sedikit 13 daun, sedangkan perlakuan 5 memiliki jumlah daun terbanyak yaitu 16 daun.

Tambahan unsur-unsur hara pada komplek tanah, baik langsung maupun tak langsung dapat menyumbangkan bahan nutrisi pada tanaman. Tujuannya untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah agar tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pertumbuhan tanaman.

Penggunaan pupuk organik tersebut merupakan implementasi dari konsep

pertanian ekologis dengan mempertimbangkan efisiensi biaya produksi (Gunawan et al., 2017). Teknologi dalam proses produksi pupuk cair ini adalah menciptakan suatu unsur hara yang memiliki karakteristik unik yang juga mengandung hormon pertumbuhan seperti IAA, sitokinin, dan giberillin juga mikroorganisme yang berperan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, sehingga secara keseluruhan pupuk organik cair ini mampu berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan akar, batang, daun dan anakan dengan cepat (Rahmadhani et al., 2020).

Panjang Tanaman

Dari data hasil pengamatan yang dilakukan dalam penelitian, panjang tanaman dihitung mulai dari 14 hari setelah tanam, 21 hst, 28 hst, dan 35 hst. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi

Pupuk Organik Cair (POC) dari limbah ikan tuna memberikan pengaruh interaksi yang signifikan terhadap variabel panjang tanaman tanaman pakchoi. Adapun rata-rata hasil pengamatannya pada tabel 2.

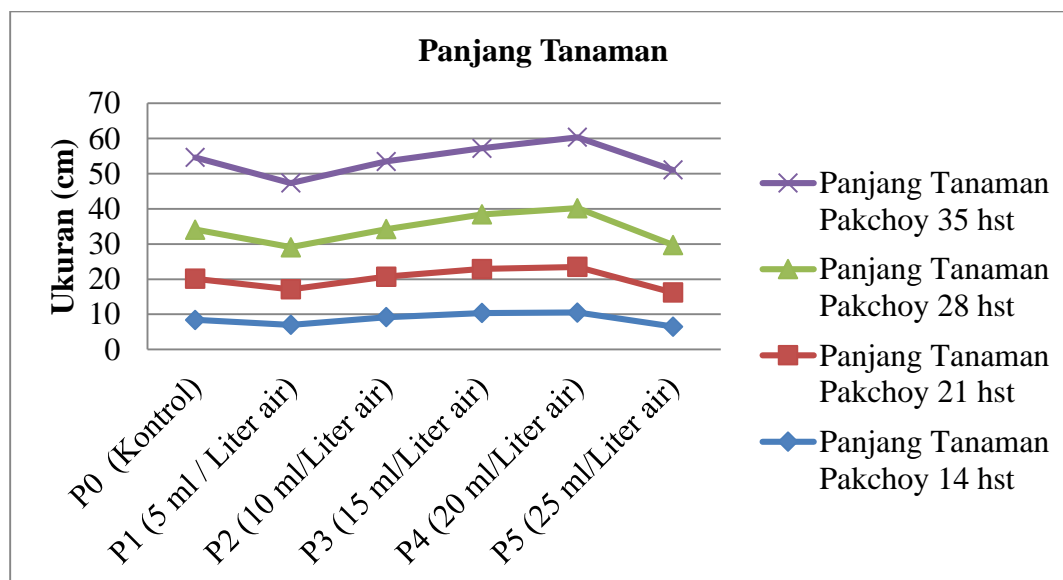
Tabel 2. Rata-rata panjang tanaman pada petumbuhan tanaman pakchoi pada berbagai umur pengamatan (hari setelah tanam)

Perlakuan	Panjang Tanaman Pakchoy			
	14 hst	21 hst	28 hst	35 hst
P0 (Kontrol)	8,4	11,7	14,0	20,51 c
P1 (5 ml / Liter air)	7,0	10,1	12,0	18,23 a
P2 (10 ml/Liter air)	9,2	11,5	13,5	19,28 b
P3 (15 ml/Liter air)	10,4	12,5	15,5	18,79 ab
P4 (20 ml/Liter air)	10,5	13,0	16,7	20.12 bc
P5 (25 ml/Liter air)	6,5	9,7	13,5	21,34 d

Keterangan: Angka-angka yang didamping huruf yang sama, pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNF 5%).

Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa perlakuan P5 memberikan nilai lebih baik sebesar 21,34 cm dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun secara statistik

berbeda tidak nyata dengan perlakuan kontrol. Selanjutnya grafik yang menunjukkan pola hasil pengamatan variabel panjang tanaman pada tanaman pakchoi disajikan dibawah ini.



Grafik 2. Pola nilai panjang tanaman pada pertumbuhan tanaman pakchoi pada berbagai umur pengamatan.

Hasil interpretasi terdapat beda nyata panjang tanaman antar perlakuan yang kisarannya antara 18.23 cm sampai 21.34 cm. Perlakuan 1 memiliki panjang tanaman paling pendek yaitu 18.23 cm, sedangkan perlakuan

5 memiliki panjang tanaman tertinggi yaitu 21.34 cm

Berdasarkan hasil uji laboratorium dari Balai Penelitian dan Konsultasi Industri tahun 2020 membuktikan bahwa pupuk organik cair limbah ikan tuna ini mengandung unsur

makro seperti Nitrogen 0,03%; P_2O_5 0,03%; K_2O 0,046%. Ketersediaan nitrogen yang terserap oleh tanaman dapat dipenuhi dari proses fermentasi bahan baku yaitu limbah ikan, air kelapa dan empon-empon. Dengan demikian konsentrasi optimal pemberian pupuk organik cair dari limbah ikan tuna pada tanaman pakchoi adalah 25 ml/liter air.

Panjang Akar

Dari data hasil pengamatan yang dilakukan dalam penelitian, panjang akar dihitung mulai dari akar yang terpanjang. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) dari limbah ikan tuna masing-masing memberikan pengaruh tidak signifikan. Adapun rata-rata hasil pengamatannya pada tabel 3.

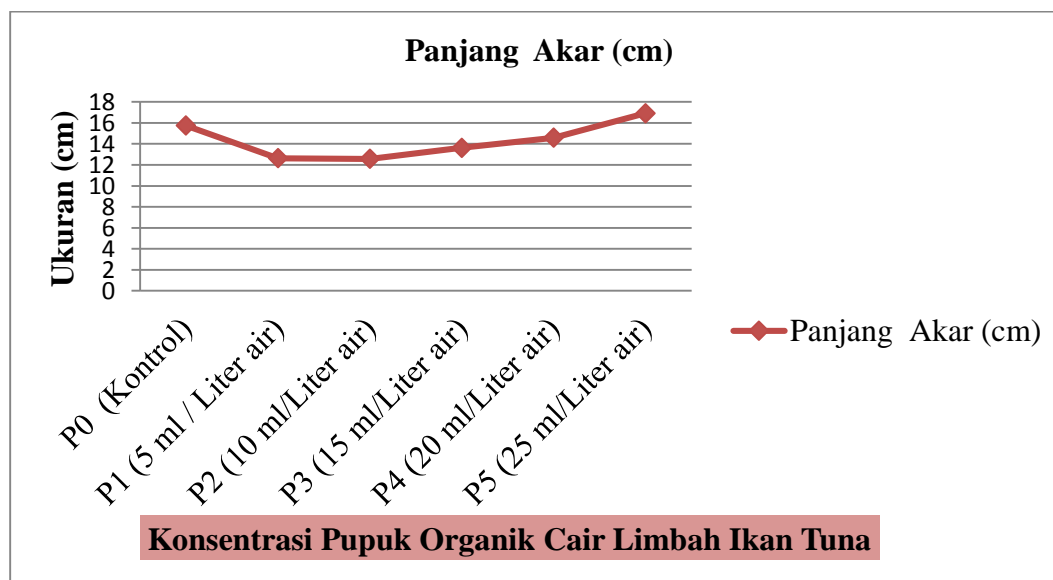
Tabel 3. Rata-rata panjang akar (cm) tanaman pakchoi pada akhir pengamatan

Perlakuan	Pengamatan di Akhir (35 hst)
	Panjang Akar (cm)
P0 (Kontrol)	15,75 c
P1 (5 ml / Liter air)	12,63 ab
P2 (10 ml/Liter air)	12,57 a
P3 (15 ml/Liter air)	13,62 bc
P4 (20 ml/Liter air)	14,58 b
P5 (25 ml/Liter air)	16,92 e

Keterangan: Angka-angka yang didamping huruf yang sama, pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNF 5%).

Hasil interpretasi terdapat beda nyata panjang akar antar perlakuan yang kisarannya antara 12.57 cm sampai 16.92 cm. Perlakuan 2 memiliki panjang akar paling pendek yaitu 12.57 cm, sedangkan perlakuan 5 memiliki

panjang akar tertinggi yaitu 16.92 cm. Selanjutnya grafik yang menunjukkan pola hasil pengamatan variabel panjang akar tanaman pakchoi, disajikan pada grafik 3.



Grafik 3. Panjang akar tanaman pakchoi pada akhir pengamatan.

Berdasarkan hasil uji laboratorium dari Balai Penelitian dan Konsultasi Industri tahun

2020 membuktikan bahwa pupuk organik cair limbah ikan tuna ini mengandung unsur

makro seperti Nitrogen 0,03%; P_2O_5 0,03%; K_2O 0,046%. Ketersediaan nitrogen yang terserap oleh tanaman dapat dipenuhi dari proses fermentasi bahan baku yaitu limbah ikan, air kelapa dan empon-empon. Dengan demikian konsentrasi optimal pemberian pupuk organik cair dari limbah ikan tuna pada tanaman pakchoi adalah 25 ml/liter air.

Menurut (Wahyuningsih et al., 2017), bahwa unsur N, P dan K tergolong unsur makro untuk sebagian besar tanaman, sebagian besar tanaman menyerap unsur P dalam bentuk orthofosfat $H_2PO_4^-$, sepuluh kali lebih sedikit dalam bentuk orthofosfat sekunder HPO_4^{2-} penyerapan unsur tersebut dipengaruhi oleh pH tanah disekitar perakaran tanaman. Bila pH tanah rendah (masam), maka penyerapan unsur P dalam (bentuk orthofosfat primer) (Pancapalaga, 2013). Sedangkan bila nilai pH tinggi, akan meningkatkan penyerapan unsur P dalam bentuk Orthofosfat sekunder. Pasokan unsur

P yang sangat penting bagi tanaman adalah pada saat awal pertumbuhan tanaman, dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman, sehingga dapat meningkatkan penyerapan unsur hara lainnya dalam tanah.

Berat Basah Tanaman

Dari data hasil pengamatan yang dilakukan dalam penelitian, berat basah tanaman dihitung pada saat tanaman dipanen dan dibersihkan dari rockwool atau media tanaman untuk ditimbang beratnya. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) dari limbah ikan tuna juga memberikan pengaruh berbeda nyata ($F_{hitung} > F_{5\%}$) terhadap variabel berat basah per tanaman (Hidayati et al., 2011). Adapun rata-rata hasil pengamatan berat basah per tanaman akibat perlakuan konsentrasi pupuk organik cair limbah ikan tuna disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata berat basah per tanaman pada akhir pengamatan tanaman pakchoi (gram)

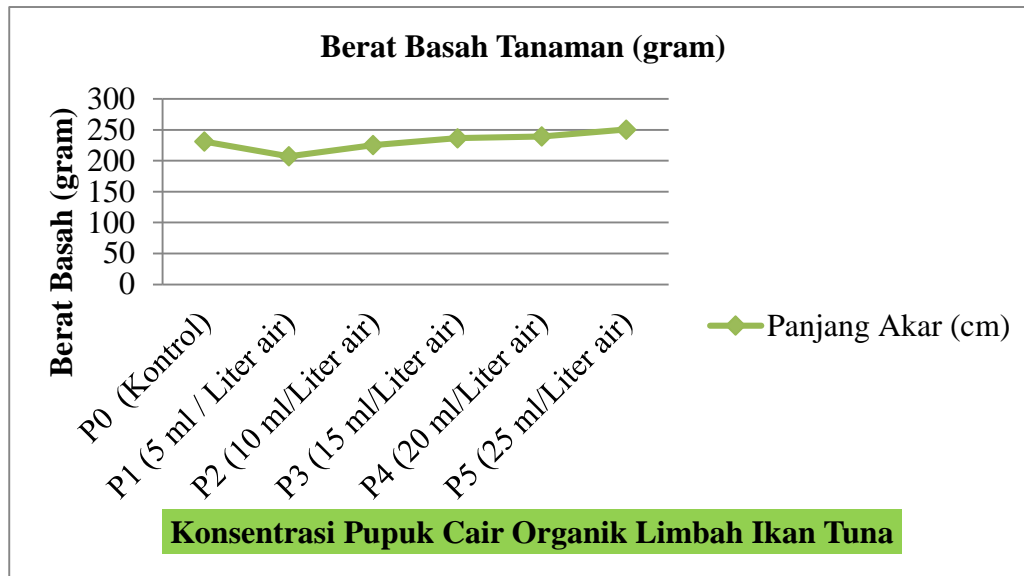
Perlakuan	Berat Basah (gram)
P0 (Kontrol)	231,15 b
P1 (5 ml / Liter air)	207,31 a
P2 (10 ml/Liter air)	225,55 b
P3 (15 ml/Liter air)	236,65 bc
P4 (20 ml/Liter air)	239,51 bc
P5 (25 ml/Liter air)	250,58 c

Keterangan: Angka-angka yang didamping huruf yang sama, pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (BNF 5%).

Hasil intepretasi terdapat beda nyata berat basah antar perlakuan yang kisarannya antara 207.31 g sampai 250.28 g. perlakuan 1 memiliki berat basah paling ringan yaitu 207.31 g, sedangkan perlakuan 5 memiliki berat basah tertinggi yaitu 250.28 gram. Selanjutnya grafik yang menunjukkan pola hasil pengamatan variabel berat basah per tanaman pada tahapan pertumbuhan tanaman pakchoi disajikan dibawah ini.

Pupuk organik cair ini memiliki fungsi kimia yang penting seperti: (1) penyediaan

hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro seperti Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe, meskipun jumlahnya relatif sedikit. Penggunaan pupuk organik cair ini dapat mencegah kahat unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang; (2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah; dan (3) dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti Al, Fe, dan Mn.



Grafik 4. Pola nilai berat basah per tanaman pada pertumbuhan tanaman pakchoi pada akhir pengamatan (35 hst).

Pembuatan pupuk organik cair dilakukan melalui proses fermentasi (Ali, 2016). Fermentasi merupakan penguraian unsur organik kompleks terutama karbohidrat untuk menghasilkan energi melalui reaksi enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme, yang biasanya terjadi dalam keadaan anaerob dan diiringi dengan pembebasan gas, hal ini bertujuan untuk menekan pertumbuhan patogen agar proses degradasi berjalan dengan baik. Proses fermentasi menghasilkan metabolit mikroba primer dan sekunder.

EM4 mengandung spesies terpilih dari mikroorganisme utamanya yang bersifat fermentasi, yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*), ragi (*yeast*), bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*), dan *Actinomycetes*. EM4 yang merupakan bioaktivator dalam pembuatan pupuk organik limbah ikan mengandung mikroba yang membantu proses fermentasi yang membantu proses penyederhanaan unsur organik kompleks dari bahan yang digunakan. Hasilnya pupuk organik cair limbah ikan mempunyai keterserapan yang tinggi terhadap pertumbuhan tanaman pakchoi. Hasilnya sangat baik sesuai dengan menggunakan pupuk cair limbah ikan (Mubarak et al., 2012).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan, terdapat pengaruh signifikan dari konsentrasi POC limbah ikan tuna terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman pakchoi pada variabel yang diteliti, meliputi : jumlah daun, panjang tanaman, panjang akar, berat basah per tanaman pada masa pertumbuhan tanaman pakchoi dan nilai tertinggi dicapai oleh perlakuan P5 yaitu konsentrasi sebesar 25 ml POC limbah ikan tuna per liter air pada semua parameter pengamatan; namun secara statistik nilai optimal dicapai oleh perlakuan P4 (20 ml POC limbah ikan tuna per liter air) karena berbeda tidak nyata dengan perlakuan P5 pada semua variabel yang diteliti, seperti jumlah daun, panjang akar, berat basah per tanaman karena dianggap lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. (2016). Pembuatan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Dari Akar Bambu. *Development of Agriculture*, 2(1), 1–12.
- Fitriani, T. (2019). *PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK N DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK KOMPOS PADA TANAMAN KAILAN*

- (*Brassica oleracea* L.).
UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Gunawan, B., Pratiwi, Y. I., & Saadah, T. T. (2017). Study Of Liquid Organic Fertilizer Tech Nano In The Rate Of Increase In Growth Beginning Cuttings Bagal Plant Cane Ps-881. *JHP17: Jurnal Hasil Penelitian*, 2(01).
- Hadisuwito, S. (2012). *Membuat pupuk organik cair*. AgroMedia.
- Hapsari, N., & Welasi, T. (2013). Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1–6.
- Hastarini, E., Fardiaz, D., Irianto, H. E., & Budhijanto, S. (2012). Karakteristik minyak ikan dari limbah pengolahan filet Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) dan Patin Jambal (*Pangasius djambal*). *Agritech*, 32(4).
- Hidayati, Y. A., Kurnani, T. B. A., Marlina, E. T., & Harlia, E. (2011). Kualitas Pupuk Cair Hasil Pengolahan Feses Sapi Potong Menggunakan *Saccharomyces cereviceae* (Liquid Fertilizer Quality Produced by Beef Cattle Feces Fermentation Using *Saccharomyces cereviceae*). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 11(2).
- Husnaeni, F., & Setiawati, M. R. (2018). Pengaruh Pupuk Hayati dan Anorganik Terhadap Populasi Azotobacter, Kandungan N, dan Hasil Pakcoy Pada Sistem Nutrient Film Technique. *Jurnal Biodjati*, 3(1), 90–98.
- Indriani, F., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2013). Studi pengaruh penambahan limbah ikan pada proses pembuatan pupuk cair dari urin sapi terhadap kandungan unsur hara makro (CNPk). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 1–8.
- Karo, B. B., Marpaung, A. E., & Barus, S. (2018). Respon pemanfaatan pupuk organik ikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis. *Jurnal Agroteknosains*, 2(2).
- Mubarak, A. S., Meritasari, D., Sulmartiwi, L., & Masithah, E. D. (2012). Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru (*Sardinella* sp.) dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. [Effect of Liquid Fertilizer Waste *Sardinella* Fish (*Sardinella* sp.) With Different Doses To The *Chlorella* sp. Growth]. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 4(1), 27–32.
- Pancapalaga, W. (2013). Pengaruh rasio penggunaan limbah ternak dan hijauan terhadap kualitas pupuk cair. *Jurnal Gamma*, 7(1).
- Pratiwi, Y. I., Ali, M., Setiawan, M. I., Budiyo, H., & Suchyo, B. S. (2017). Urban Agriculture Technology to Support Urban Tourism. *ADRI International Journal Of Agriculture*, 1(1).
- Puspawati, S., Sutari, W., & Kusumiyati, K. (2016). Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dan dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var *Rugosa Bonaf*) kultivar talenta. *Kultivasi*, 15(3).
- Rahmadhani, L. E., Widuri, L. I., & Dewanti, P. (2020). KUALITAS MUTU SAYUR KASEPAK (KANGKUNG, SELADA, DAN PAKCOY) DENGAN SISTEM BUDIDAYA AKUAPONIK DAN HIDROPONIK. *JURNAL AGROTEKNOLOGI*, 14(01), 33–43.
- Sutanto, T. (2015). *Rahasia Sukses Budidaya Tanaman dengan Metode Hidroponik*. Bibit Publisher.
- Wahyuningsih, A., Fajriani, S., & Aini, N. (2017). Komposisi nutrisi dan media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*brassica rapa* L.) sistem hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(8).
- Zahroh, F., Kusrinah, K., & Setyawati, S. M. (2018). Perbandingan variasi konsentrasi pupuk organik cair dari limbah ikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 1(1), 50–57.